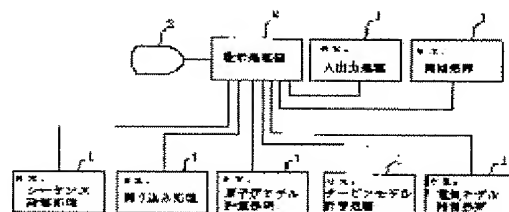


(11)Publication number : 10-039728  
(43)Date of publication of application : 13.02.1998

(21)Application number : 08-191176 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
(22)Date of filing : 19.07.1996 (72)Inventor : FUKUMITSU HIROYUKI

(57)Abstract:

**SOLUTION:** Plural computers for model operation processing 1 using small computers like work stations are made to share functions of calculating simulations of various plant models, and are also distributively installed in a power plant. Operators such as teachers or trainees operate simulated operations of the plant from a console 3, and simulates a specified model (nuclear reactor model, turbine model, etc.) on the computers for model operation processing 1 via an instruction processing part 2, and the results are collected by the instruction processing part 2 to display them on the console 3.



[Date of request for examination]	04.06.2001
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	19.10.2004
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	
[Date of registration]	
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	
[Date of requesting appeal against examiner's	

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 9 B 9/00			G 0 9 B 9/00	B
G 0 5 B 23/02		0360-3H	G 0 5 B 23/02	E
	3 0 1	0360-3H		3 0 1 L
G 2 1 C 17/00			G 2 1 C 17/00	R
// G 0 6 F 17/00			G 0 6 F 15/20	D
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 8 頁)				

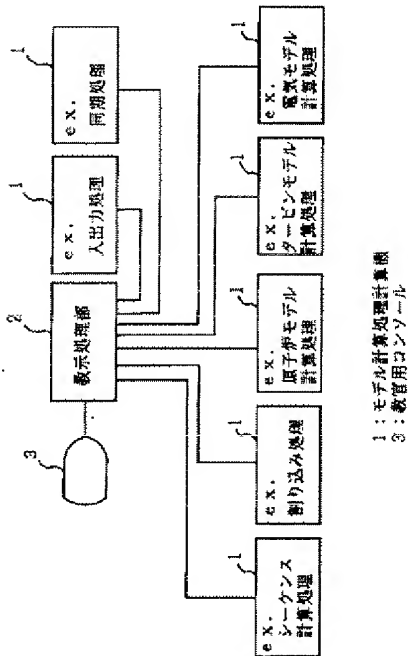
(21) 出願番号	特願平8-191176	(71) 出願人	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成8年(1996) 7 月19日	(72) 発明者	福光 裕之 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 大岩 増雄

(54) 【発明の名称】 プラントシミュレータ

(57) 【要約】

【課題】 高価な大型計算機を用いず、また、訓練センターなどの専用場所を設けないで発電所内に設置可能にする。

【解決手段】 ワークステーション等の小型計算機を用いた複数のモデル計算処理計算機1に、各種プラントモデルの模擬計算の機能を分担させると共に、発電所内に分散配置する。コンソール3から教官または訓練者などの操作者が操作してプラントの模擬操作を行い、教示処理部2を介して指定されたモデル（原子炉モデル、タービンモデル等）をモデル計算処理計算機1で模擬し、その結果を教示処理部2で収集しコンソール3上に表示する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 プラントの運転訓練、挙動評価を行うためのプラントシミュレータにおいて、分散配置した複数の計算機と教示処理部と操作部とで構成し、プラント内の各種プラントモデルの模擬計算機能を上記複数の計算機で分担するようにし、上記教示処理部は上記計算機で模擬されたプラントのデータ収集や操作者の指示を制御する処理部とし、上記操作部は操作者が操作して上記教示処理部に伝え運転訓練などを実施すると共に、シミュレーションした結果を表示する操作部としたことを特徴とするプラントシミュレータ。

【請求項 2】 請求項 1 のプラントシミュレータにおいて、各計算機および教示処理部を共用メモリを有するネットワークで接続し、上記計算機および上記教示処理部で共通に必要なとされるプラントモデルの演算結果やプラントの各種パラメータ等のデータを上記共有メモリに格納してネットワークを通じて使用するようにしたことを特徴とするプラントシミュレータ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 のシミュレータにおいて、上記シミュレータの操作部とは別に第 2 の操作部を設けると共に、この第 2 の操作部と上記シミュレータ間を通信手段を介して接続し、上記第 2 の操作部と上記シミュレータの操作部との両操作部から操作が行えるようにしたことを特徴とするプラントシミュレータ。

【請求項 4】 請求項 2 のプラントシミュレータにおいて、共有メモリネットワーク上のデータを伝送する際、ロック／アンロック方式の時間同期方式で伝送するようにしたことを特徴とするプラントシミュレータ。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか 1 項のプラントシミュレータにおいて、プラント運転の標準操作を指示した操作要領書をデータベースとして備え、通常時・異常時のプラントの模擬挙動に応じて、上記操作要領書を参照して操作を実行し得るようにしたことを特徴とするプラントシミュレータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、原子力プラント、工業プラント等のプラントの運転・挙動を模擬するプラントシミュレータに関するものである。

**【0002】**

【従来の技術】 例えば、電気学会誌 109 巻 10 号に記載された和田他著「PWR 原子力プラントシミュレータの高度化」（平成元年）に示された従来のシミュレータについて説明する。

【0003】 運転訓練用シミュレータは、原子力発電所の中央制御盤を忠実に模擬するレプリカシミュレータと、運転訓練上重要な計器のみを具備した制御盤から成るコンパクトシミュレータとがある。いずれも操作器具やモニター器具は実機で使用しているものと同等なものを、プラント全体の挙動の理解や運転訓練・発電所動

特性の教育などに用いられている。

【0004】 図 6 に、上記の従来のシミュレータのシステム構成を示す。図において、34 は計算機で、大型の計算機またはミニコンレベルの計算機が用いられる。35 は制御盤、36 は入出力処理部、37 は同期処理を行う同期計算処理部で、時刻的に特性模擬データの同時性を確保するための演算を行う。

【0005】 38 は割込処理部で、割込入力の受付を行い、39 はシーケンス計算処理部で、割込処理部 38 の割込入力の順序整理を行う。40 はモデル計算処理部で、動特性及び制御の模擬を行う。41 は教示処理部、42 は教官用コンソールで、通常ワークステーション程度の小型計算機が用いられる。

【0006】 次に動作について説明する。周期的処理を行う同期計算処理部 37 とモデル計算処理部 40 で周期的（例えば msec 毎）に発電所の動特性、各種プロセス制御の模擬を行う。また、割込処理部 38 とシーケンス計算処理部 39 で、プラントトリップ条件などのインターロックを模擬するイベントシーケンスの処理（プラントで発生した事象の順序を整理、記憶する処理等）を行い、教示処理部 41 で教官用コンソール 42 からの処理を行う。

【0007】 入出力処理部 36 は制御盤 35 と計算機 34 とのインターフェイスを行い、制御盤 35 からの運転操作を割込み入力として処理し、計算した結果を監視計器、表示灯またはモニタに出力するための処理を行う。操作員は、制御盤 35 により運転操作を行い、教官は教官用コンソール 42 からシミュレータの運用、管理を行って指導する。

**【0008】**

【発明が解決しようとする課題】 従来のシミュレータは以上のように構成されているので、大型計算機を用いるため高価であるので発電所ごとには設置されず、通常、発電所から離れた訓練センターなどの教育機関に設置される。そのため、教官の指導や評価を受けながら発電所の運転を模擬するためには、手間をかけて訓練センターに出向かなければならないという問題点がある。また、プラントモデルや演算処理機能を 1 台の計算機が担っており、計算機の負担が大きくなっているなどの問題点があった。

【0009】 この発明は上記のような課題を解決するためになされたものであり、ワークステーション等の小型計算機、メモリネットワーク、通信技術を利用して、安価でコンパクトなプラントシミュレータを得ることを目的とする。

【0010】 また、訓練者は訓練センターに出向かずに発電所などに居て、教官の指導・評価を受けながら個人・複数人でプラント挙動を把握することができるようにし、かつ、計算機を分散化することで、計算機 1 台あたりの負担を軽減するシミュレータを提供することを目的とする。

とする。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

(1) この発明に係るプラントシミュレータは、プラントの運転訓練、挙動評価を行うためのプラントシミュレータにおいて、分散配置した複数の計算機と教示処理部と操作部とで構成し、プラント内の各種プラントモデルの模擬計算機能を上記複数の計算機で分担するようにし、上記教示処理部は上記計算機で模擬されたプラントのデータ収集や操作者の指示を制御する処理部とし、上記操作部は操作者が操作して上記教示処理部に伝え運転訓練などを実施すると共に、シミュレーションした結果を表示する操作部としたものである。

【0012】(2) また、上記(1)において、各計算機間および教示処理部を共有メモリを有するネットワークで接続し、上記計算機および上記教示処理部で共通に必要なとされるプラントモデルの演算結果やプラントの各種パラメータ等のデータを上記共有メモリに格納してネットワークを通じて使用するようにしたものである。

【0013】(3) また、上記(1)または(2)において、シミュレータの操作部とは別に第2の操作部を設けると共に、この第2の操作部と上記シミュレータ間を通信手段を介して接続し、上記第2の操作部と上記シミュレータの操作部との両操作部から操作が行えるようにしたものである。

【0014】(4) また、上記(2)において、共有メモリネットワーク上のデータを伝送する際、ロック／アンロック方式の時間同期方式で伝送するようにしたものである。

【0015】(5) また、上記(1)～(4)のいずれか1項において、プラント運転の標準操作を指示した操作要領書をデータベースとして備え、通常時・異常時のプラントの模擬挙動に応じて、上記操作要領書を参照して操作を実行し得るようにしたものである。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

実施の形態1。以下、この発明の実施の形態1を図に基づいて説明する。図1において、1はワークステーション等の小型計算機で構成されたモデル計算処理計算機で、従来の入出力処理、同期処理、割込み処理、シーケンス計算処理等の機能を個別に有すると共に、原子炉モデル等の各種モデル毎に動特性および制御の模擬を行う機能を有し、これら複数のモデル計算処理計算機1にそれぞれ分担させると共に、発電所内に分散配置する。

【0017】2は教示処理部で、ワークステーション等の小型計算機で構成され、モデル計算処理計算機1で模擬されたプラントデータの収集を行い、且つ、教官等の操作者の指示に対応した制御を行う。3はコンソール

(操作部)で、運転訓練など実施する教官や訓練者等の操作者が操作すると共に、シミュレーションを行った結

果を表示する。

【0018】次に動作について説明する。コンソール3から教官または訓練者などの操作者が操作してプラントの模擬操作を行い、教示処理部2を介して指定されたモデル(原子炉モデル、タービンモデル等)をモデル計算処理計算機1で模擬動作を行い、その結果を教示処理部2で収集しコンソール3上に表示する。

【0019】各プラントモデル間で共有できる共有データは、教示処理部2で収集しているので、教示処理部2から各計算機がとり合うことにより利用する。また、教官と訓練者とがコンソール3を共用して、教官の指示を受けながら訓練者は運転訓練・挙動評価を行う。

【0020】なお、各モデル計算処理計算機1は、教示処理部2からの情報を得て模擬結果をディスプレイ上に表示することができ、また、プラント模擬操作も教示処理部2を通じて行うことができる。

【0021】このように、従来のシミュレータを構成する大型計算機の機能を複数台のモデル計算処理計算機1で分散化したので、コンパクトで安価なワークステーション等の小型計算機を用いることができるので、安価なシミュレータになり、また、計算機の負担も軽減できる。

【0022】また、計算機を分散化するメリットとして、例えば、訓練センター等の教育機関の設置を不要とし、これまで大型計算機あるいはミニコン等で実現していた機能を、発電所構内に分散化した小型計算機により機能的に独立した要素に分解(原子炉モデル、タービンモデル、電気モデル等に分解)して負担させることができる。また、分散した場所でプラントの挙動をモニタすることができる。

【0023】また、各プラントモデル間で共有できる共有データは、教示処理部2を介して各計算機がとり合うことにより、運転訓練・挙動評価のためのシミュレータ機能を効率よく実現することができる。

【0024】また、教示処理部2では、プラントデータを収集し、かつ、教官用のコンソール3からの指示によりシミュレータ機能を実現するようにしたので、訓練者もコンソールを共用することができ、従来の制御盤は不要となり、設備のコンパクト化が図れる。即ち、従来の制御盤のスイッチはCRTタッチオペレーションに、メータはCRT表示モニタに、記録計はデータセーブに置き換えられる。

【0025】以上のように、教官や訓練者はコンソールを見てプラントの挙動を把握しながら、実機並みの操作指示を模擬することが可能となり、従来技術に比べ、コンパクト、安価、また、設置場所は発電所構内などに設置できる等の効果を発揮するシミュレータが得られる。

【0026】実施の形態2。なお、上記実施の形態1では分散化したモデル計算処理計算機1や教示処理部2を相互に1対1で接続する場合について述べたが、この実

施の形態は、図2に示すように公知の共有メモリネットワーク4を設けたものである。

【0027】図2に示すように、分散した小型計算機が模擬するプラントの各種パラメータやプラントモデルの演算結果（分散した計算機間で共用すべきプラントデータ等）を、モデル計算処理計算機1、教示処理部2で、全て同時に共有できるように共有メモリとその共有メモリ間を接続するネットワークで構成した共有メモリネットワーク4を設ける。

【0028】この共有メモリネットワーク4により、各小型計算機がそれぞれ保有しているデータの内、共有できるデータを共有メモリに格納するようにし、必要に応じて共有メモリのデータをネットワークを通じて取り寄せて模擬計算等に使用する。即ち、各計算機はそれぞれ共用しうるデータを共有メモリに格納しておき、共有データが必要なときは、各計算機は共有メモリのデータを計算機のメモリに格納することなく、共用データをネットワークを通じて取り寄せるのみでよい。

【0029】従って、ネットワーク接続により1対1の接続が不要となり、また、データ共有が可能となるので、プラントの挙動模擬や制御指示などを行う場合、共有データを使用する側の計算機のメモリへの共有データの書き込み・読み出し処理が必要でなく、データウェイで通信するのみであるので、より高速に処理することができる。

【0030】また、データを共有することにより、モデル計算処理計算機1内部のメモリを低減化でき、更なるコンパクト化、低コスト化が実現できる。

【0031】実施の形態3。この実施の形態3は遠隔場所に別のコンソール（操作部）を設けて、複数のコンソールで同時に使用可能としたものである。図3は実施の形態3の構成図で、通信設備5を介して訓練者コンソール6を設けたものである。

【0032】図3に示すように、シミュレータは教育機関にのみ設置し、各発電所では通信設備5を介して訓練者コンソール6のみを設置する。

【0033】このようにすれば、各発電所では通信設備5を介して訓練者コンソール6のみを設置すればよく、発電所に居ながらにして訓練が可能である。また、訓練センター等の教育機関と発電所内に2台のシミュレータを設置する場合に比べて、1台のみの設置でよいので低コスト化を図ることができる。

【0034】実施の形態4。この実施の形態4は計算機間のデータ伝送に時間同期方式として公知のロック／アンロック方式を用いたものである。図4は実施の形態4の構成図で、教示処理部2のデータ制御処理部7は、共有メモリネットワーク上のデータのロック（書き込み禁止）、アンロック（書き込み）を制御する。

【0035】データ制御処理部7は、各分散化、モデル計算処理計算機1毎に処理する模擬データを順次ロッ

ク、アンロックする。このようにすると、共有メモリネットワーク4の通信データ量の低減（共有すべきデータの低減）とその処理速度の高速化を図ることができ、より簡素化したシミュレータとすることができる。

【0036】実施の形態5。この発明の実施の形態を図5に示す。図5において、8は操作要領書データベースで、その内容はプラント運転の標準操作を指示した要領書であり、通常状態での運転操作や異常状態の場合の緊急処置などを記述している。

【0037】運転模擬操作を行う際、通常時・異常時のプラントの模擬挙動に応じて、操作要領書データベース8の内容を参照する。この参照方法は、CRTのウィンドウ上に表示して、その内容を参照しながら操作を行う。このようにすると、プラントの模擬挙動に応じた模範的な運転のための教育機能が付加できるので教育効果を更に高めることが可能となる。

【0038】

【発明の効果】

（1）以上のように、この発明によれば、各計算機にそれぞれプラントモデル単位の機能を分担させ、また、分散配置するようにしたので、計算機は小型安価なものが使用でき、また、訓練センター等の1箇所に設置する必要がなくなり、発電所単位で設置することが可能となる。

【0039】（2）また、共有メモリネットワークを設けたので、データの共有が効率的にできる。

【0040】（3）また、通信施設を介して別の指示部を設けたので、複数箇所で同時に使用可能となる。

【0041】（4）また、共有メモリネットワーク上のデータをロック／アンロック方式を用いて伝送するようにしたので、伝送処理の簡素化とその伝送量を削減することができる。

【0042】（5）また、操作要領書データベースを設けたので、操作要領書の内容を参照し標準操作を模擬することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるシミュレータの構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態2によるシミュレータの構成図である。

【図3】 この発明の実施の形態3によるシミュレータの構成図である。

【図4】 この発明の実施の形態4によるシミュレータの構成図である。

【図5】 この発明の実施の形態5によるシミュレータの構成図である。

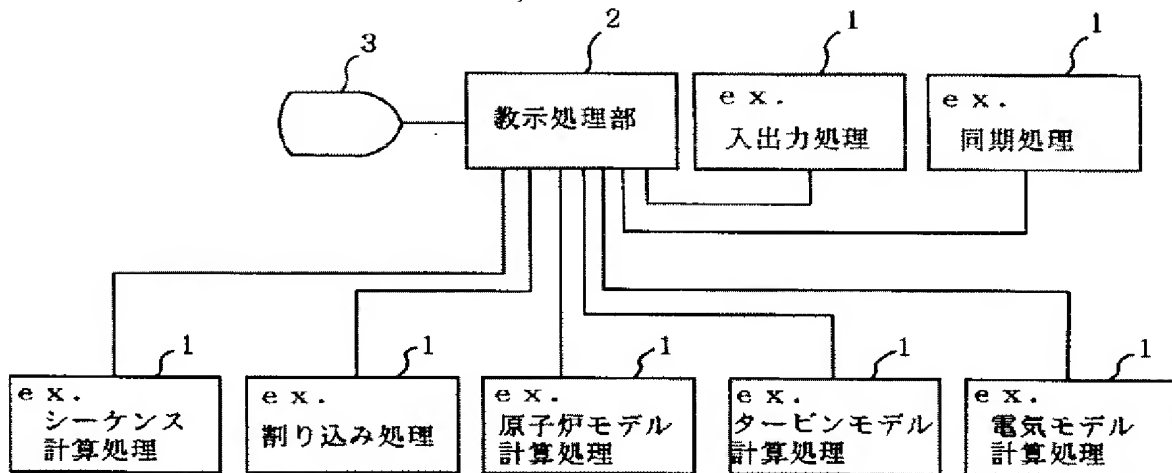
【図6】 従来のシミュレータの構成図である。

【符号の説明】

1 モデル計算処理計算機、2 教示処理部、3 コンソール、4 共有メモリネットワーク、5 通信設備、

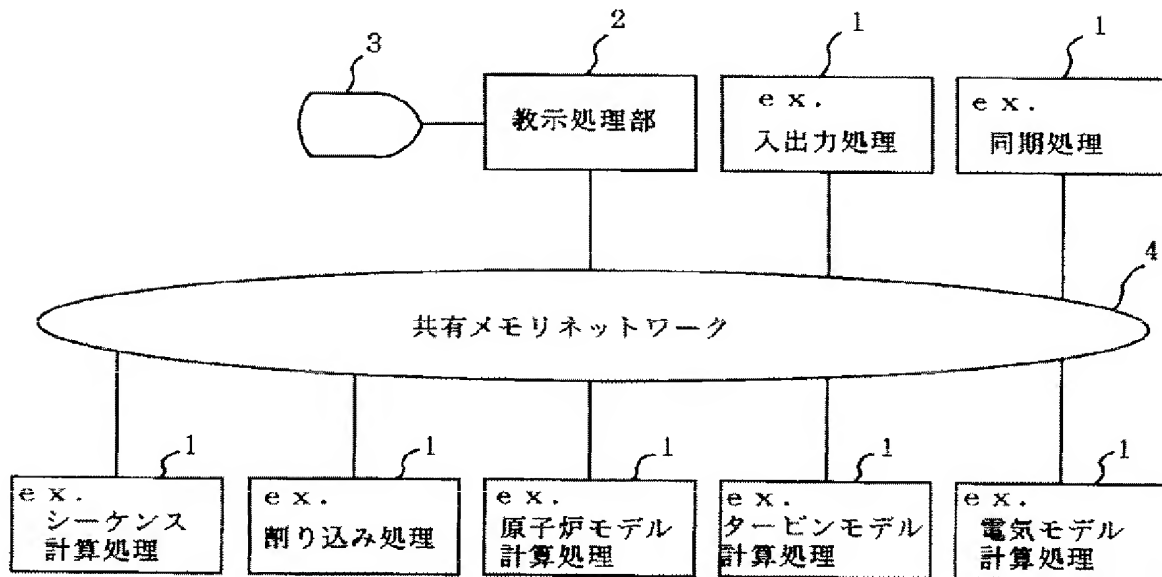
6 訓練者コンソール、7 データ制御処理部、8 操作要領書データベース。

【図1】

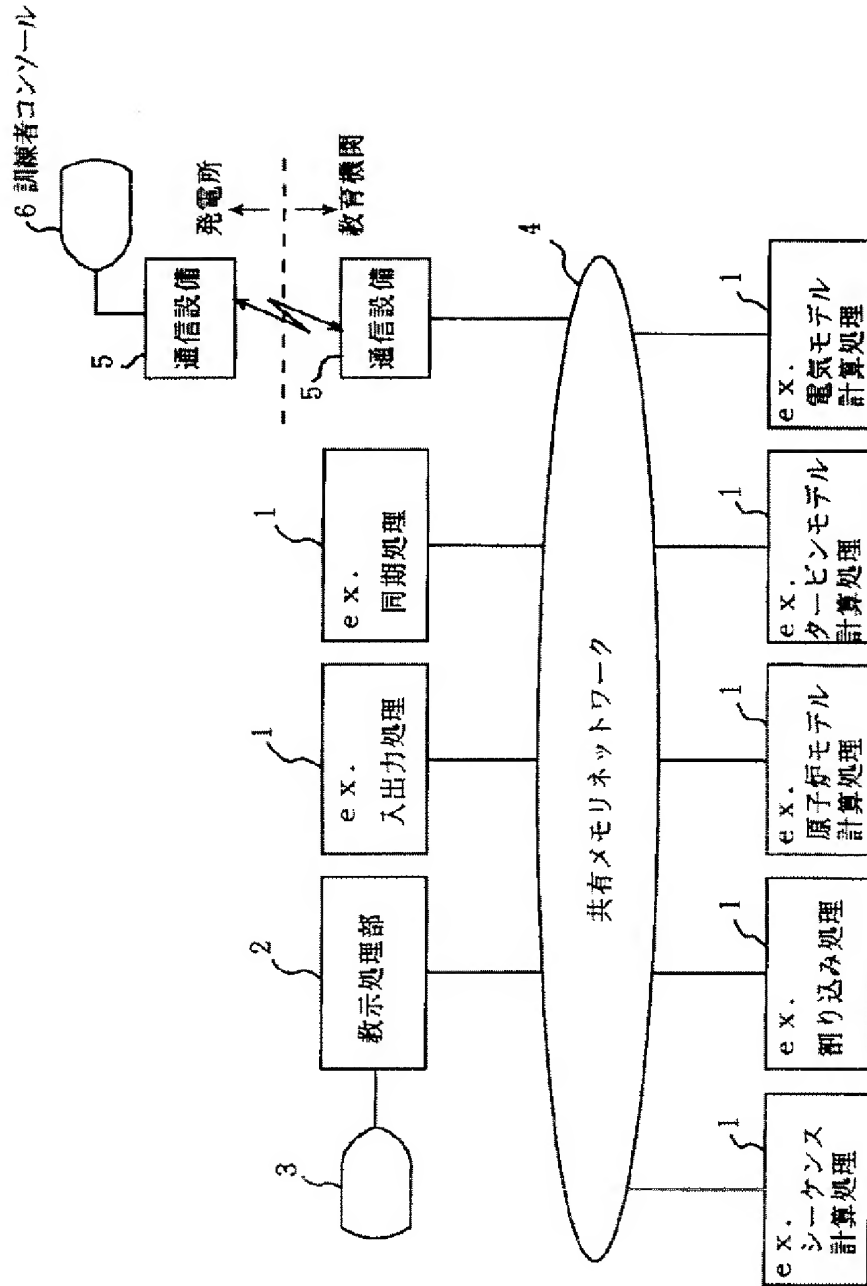


1 : モデル計算処理計算機  
3 : 教官用コンソール

【図2】

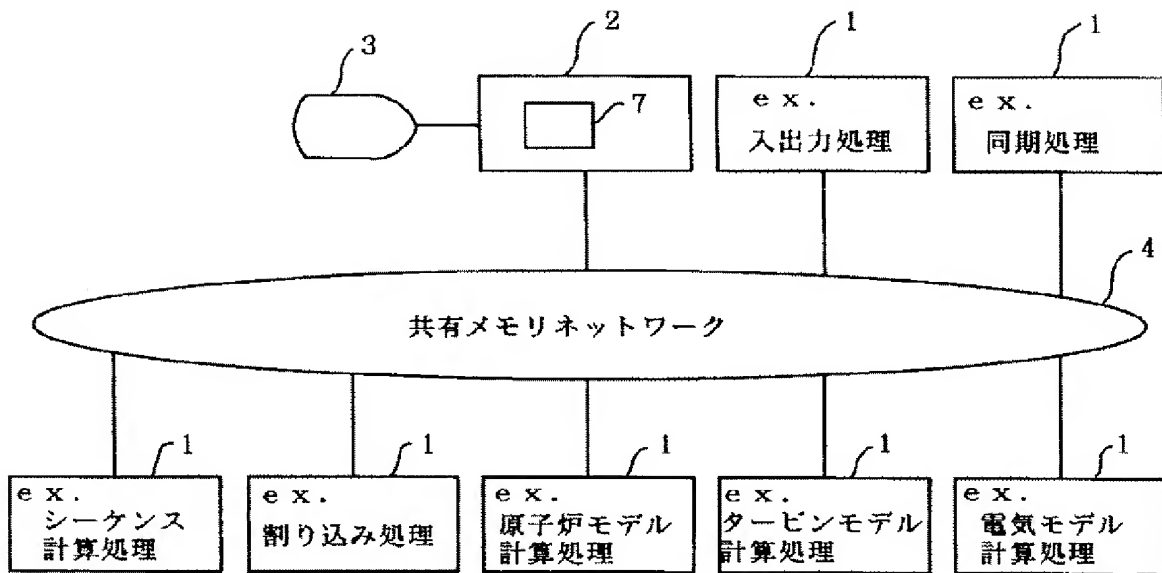


【図3】



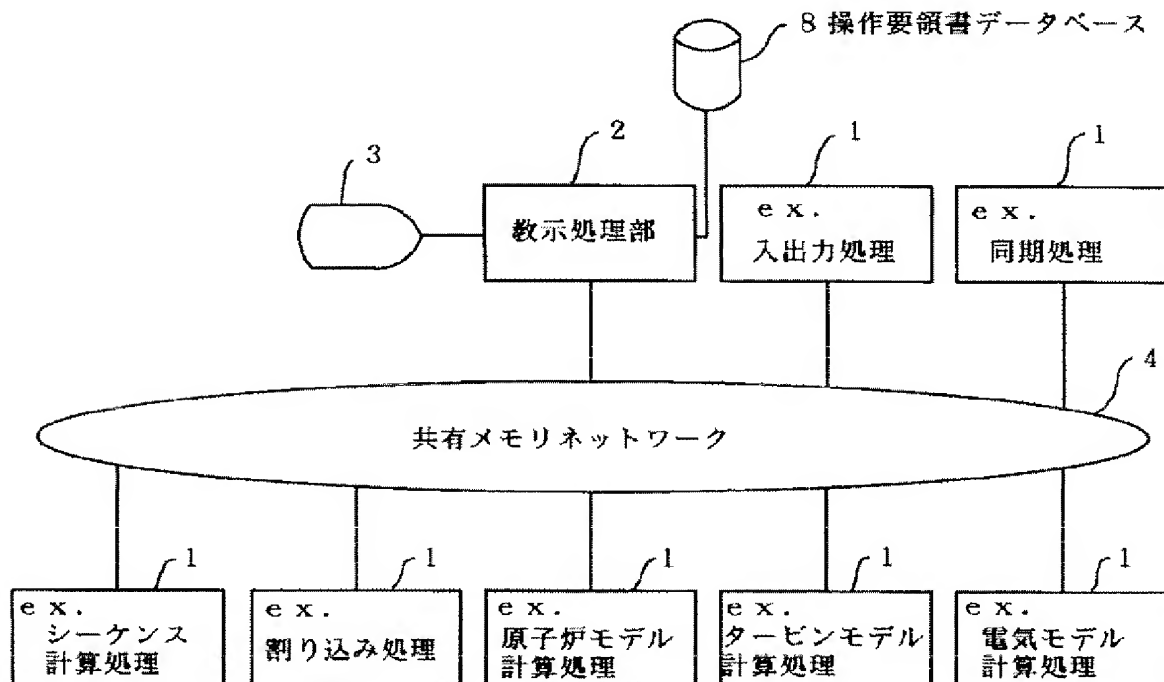


【図4】



7 : データ制御処理部

【図5】



【図6】

